

分光測定用周波数高安定、かつ広帯域掃引可能な CO₂ レーザー
 A Frequency Stabilized and Widely Tunable Waveguide CO₂ Laser for Spectroscopy

国兼達郎、中村拓男、大津元一*、田幸敏治

Tatsuro Kunikane, Takuo Nakamura, Motoichi Ohtsu, Toshihal Tako
 東京工業大学精密工学研究所、理工学国際交流センター*
 Research Laboratory of Precision Machinery and Electronics,
 International Cooperation Center for Science and Technology*,
 Tokyo Institute of Technology

§1 はじめに

CO₂ レーザーは大気中の伝搬損失の少ない赤外のレーザーであり、大気中の汚染物質のモニターや分子の高分解能分光等の光源として広く用いられている。このような光学測定では、測定精度を向上させるためにレーザーの周波数を安定化すること、広範囲にわたってレーザーの周波数が掃引可能であることが必要である。本研究では導波路型 CO₂ レーザーを用いて、周波数を安定化したまま広範囲にわたって周波数を掃引できる高分解能分光用光源を試作した。

§2 実験装置

図1に実験装置を示す。図の上半分は導波路型レーザーで堀田らが考案した折り返しタイプの導波路型 CO₂ レーザーを採用した¹⁾。共振器の自由スペクトル域は270MHzである。使用した導波路は Al₂O₃ 製で図に示すように光軸にそって 1.5×1.5mm の正方形の穴があいている。長さは 190mm である。ミュータルクセルは飽和吸収信号を得やすくするため共振器内部に設置した。ミラー M₂ は同調用であり、PZT によってコントロールされる。ミュータルクセル内の飽和吸収線をミュータルク変調法によって検出し、これを周波数弁別信号として PZT ドライバーを用いミラー M₂ にフィードバックすることにより、周波数を試料の飽和吸収線に安定化することができると。

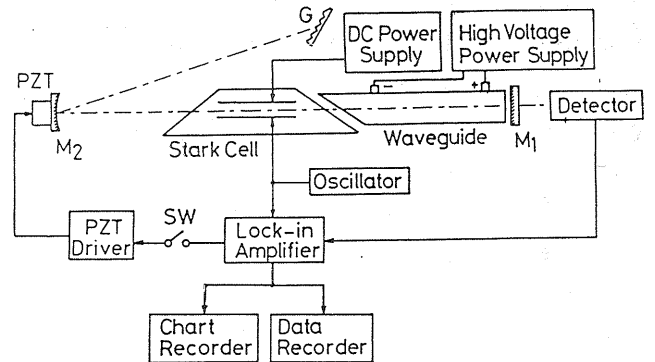
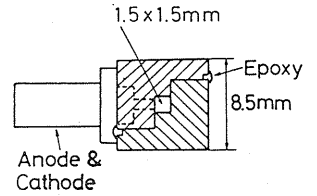
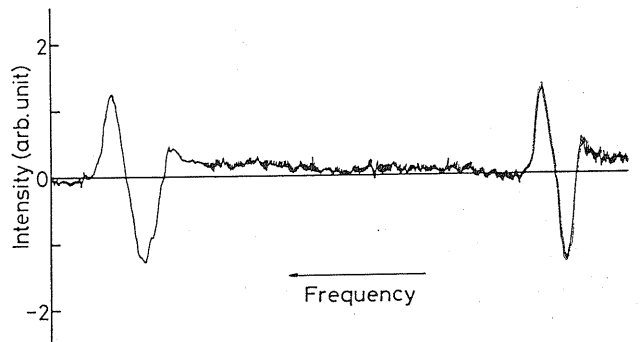


Fig. 1

§3 飽和吸収線

図2に実験に用いた飽和吸収線 NH₂D (0_a, 4₀₄) - (1_a, 5₀₅) の3次微分信号を示す。反転ラムダアップの半値半幅は8MHzである。この反転ラムダアップの中心に周波数を安定化した。



3rd derivative curve of NH₂D 404a-505a

§4 周波数掃引、及び安定度、追従度

図3にレーザーの周波数を NH₂D の飽和吸収線に安定化し、掃引した例を示す。ミュータルクセルに加える電界を変化させると吸収線がシフトするの

Fig. 2

で周波数を掃引することができる。グラフの横軸はミュタルク電界、縦軸は同調用のPZTに加えた電圧で、図はレーザーの周波数が220MHz掃引されたことを示している。

図4は周波数を安定化した時の周波数安定度を表す。グラフの横軸は積分時間で、縦軸は安定度を表すアラシ分散の平方根で、分光用光源として重要な長期の安定度は $\tau = 100 \text{ sec}$ において 10^{-11} 程度を得た。

図5は掃引速度の増加に対してレーザーの周波数追従度が劣化する様子を表わしたもので、横軸は掃引速度、縦軸は $\tau = 100 \text{ sec}$ における追従度である。図から、0.2 MHz/sec 以上の掃引速度では、追従度は急激に劣化することがわかる。主な原因はPZTの非線形性とヒステリシスによるものと思われる。

§5 まとめ

導波路型CO₂レーザーの周波数をNH₂Dの飽和吸収線に安定化し、ミュタルクミフトを利用して周波数を掃引した。周波数の長期の追従度は掃引速度が0.2 MHz/sec 以下ではほぼ一定で $\tau = 100 \text{ sec}$ において 10^{-11} 程度を得た。

現在 CH₃Cl などの飽和吸収線にレーザーの周波数を安定化し掃引する実験を進めている。また折り返しミラーのガリリレンズを用いて共振器長を短くし、自由スペクトル域を広げて掃引範囲を拡大することを進めている。

<謝辞>

導波路型レーザーの製作に関し NEC 堀田和明氏に御指導いただきました。ここに深く感謝いたします。尚、本研究は文部省科研費 試験研究(2) の補助を受けています。

<参考文献>

- 1) K. Hotta, K. Inoue and K. Washio
: Conference of Laser and Electro-Optic Systems, ThAA4, February, 1978, San Diego USA

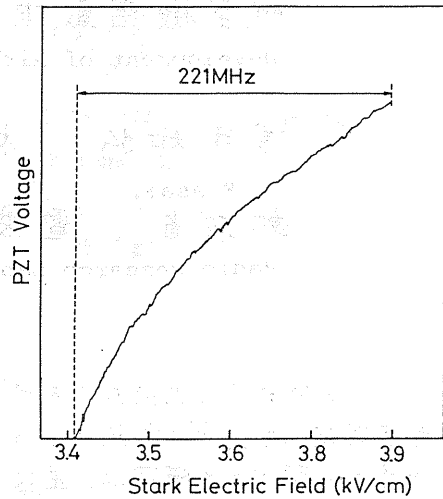


Fig. 3

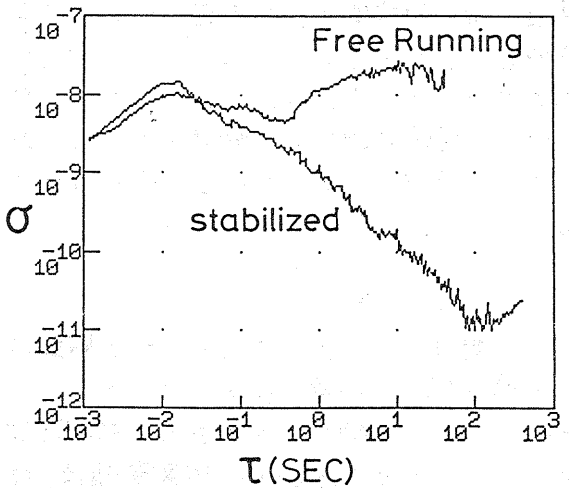


Fig. 4

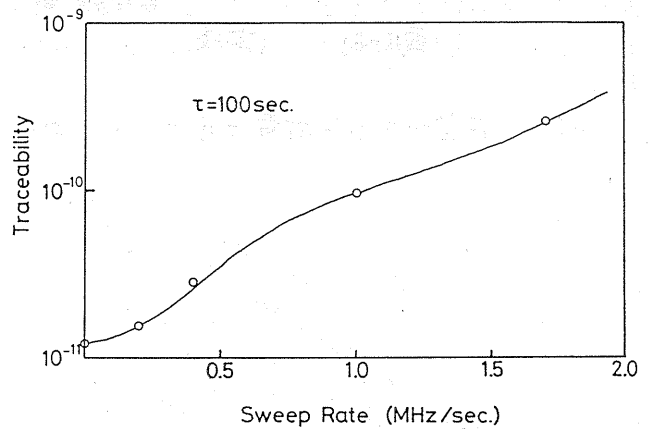


Fig. 5